

LES REJETS RADIOACTIFS ET CHIMIQUES DES CENTRALES NUCLEAIRES D'EDF

Dominique FLORENCE, Philippe HARTMANN EDF/CAPE ST-DENIS

1. Introduction

EDF exploite un parc de 58 réacteurs à eau pressurisée (REP) implantés sur 19 sites (34 réacteurs de 900 MWe, 20 de 1300 MWe, 4 de 1450 MWe).

Pour leur fonctionnement, les centrales nucléaires utilisent de l'eau prélevée soit dans les cours d'eau, en mer, ou en estuaire pour assurer le refroidissement des circuits, soit en nappes souterraines pour les besoins en eau potable ou en eau industrielle (eau d'incendie).

Par ailleurs, comme toute activité industrielle, l'exploitation des centrales nucléaires entraîne la production d'effluents radioactifs ou non qui sont rejetés par voie liquide et gazeuse.

Les rejets radioactifs proviennent des circuits nucléaires ; ils contiennent des substances chimiques (bore, hydrazine, détergents....). Ils sont rejetés après contrôle soit par les cheminées principales pour ce qui est des effluents gazeux, soit par l'intermédiaire de réservoirs de contrôle avant rejet pour les effluents liquides.

Les effluents chimiques non radioactifs sont notamment issus des eaux des salles des machines (ammoniaque, morpholine, ...) et des installations de production d'eau déminéralisée (sodium, chlorures, matières en suspension...), des stations d'épuration des eaux usées (phosphores,...), des circuits de refroidissement des condenseurs (cuivre/zinc dû à l'usure des tubes en laiton,...).

Les prélèvements d'eau ainsi que les rejets font l'objet d'une réglementation qui a fortement évolué ces dernières années.

Cet exposé a pour objet de présenter l'incidence des changements survenus dans ce domaine sur le fonctionnement des centrales.

2. Réglementation relative aux prélèvement d'eau et aux rejets

Jusqu'à présent, les autorisations relatives aux prélèvements d'eau ainsi que celles relatives aux rejets non radioactifs étaient réglementées par des arrêtés préfectoraux délivrés pour une durée déterminée (en général de 15 à 18 ans), tandis que les autorisations de rejets radioactifs liquides et gazeux faisaient l'objet d'arrêtés interministériels sans limitation de durée.

Dorénavant, en application du décret du 4 mai 1995 relatif aux prélèvements d'eau et aux rejets des INB, les aspects radioactifs et non radioactifs sont instruits simultanément au niveau interministériel (Service Instructeur DGSNR¹) et donnent lieu à un **arrêté unique** couvrant les prises d'eau ainsi que les rejets qu'ils soient radioactifs ou non. Cet arrêté est délivré sans limitation de durée mais il est révisable à tout moment.

¹ DGSNR Direction générale de la Sureté Nucléaire et de la Radioprotection

La DGSNR a mis à profit cette évolution réglementaire pour :

- réduire les autorisations pour les rejets radioactifs en se rapprochant des valeurs des rejets réels, bien que soit reconnue l'absence d'effet néfaste des dits rejets sur la santé des populations environnantes, même au niveau des limites antérieures² (annexe 1),
- inciter l'exploitant à optimiser ses rejets en utilisant les meilleures techniques disponibles (MTD) à un coût acceptable,
- prendre en compte la déclaration de Sintra 1998 faite dans le cadre de la convention OSPAR³) sur la protection des milieux marins ; celle-ci vise à la réduction des émissions pour atteindre dans l'environnement d'ici 2020 des concentrations proches de zéro pour les substances radioactives artificielles,
- renforcer les exigences sur les rejets chimiques qui doivent être optimisés à l'image de ce qui est fait pour le radioactif,
- tenir compte de l'impact cumulé (prise en compte de l'amont).

Ces nouveaux arrêtés présentent donc des évolutions importantes sur les points suivants :

- ils réglementent l'ensemble des rejets liquides et gazeux, radioactifs ou non ainsi que les prélèvements d'eau,
- ils fixent des limites de rejet plus basses : réduction d'un facteur 2 pour le tritium liquide, facteur 35 pour les rejets hors tritium,....,
- le carbone 14, les iodes et le tritium gazeux font l'objet d'une limite individualisée,
- les rejets chimiques sont plus complètement réglementés,
- ils introduisent aussi des contrôles plus nombreux à effectuer au titre de l'auto-surveillance.

3. Renouvellement des arrêtés de prises d'eau et de rejets

L'opération de renouvellement des arrêtés a été initiée en 1997. L'échéancier de renouvellement a été négocié avec l'Administration. EDF s'est engagée à renouveler les arrêtés des 19 CNPE d'ici 2008.

Cette opération suit la procédure décrite dans le décret du 4 mai 1995 ; elle comprend les étapes suivantes :

- élaboration par l'exploitant d'un dossier de demande d'autorisation de rejets et de prises d'eau (DARPE) ; cette étape nécessite 2 années de travail,
- dépôt du dossier auprès de l'administration en vue de **l'enquête publique**,
- rédaction d'un projet d'arrêté par l'administration,
- passage en différents comités consultatifs (Comité Départemental d'Hygiène,...)
- signature de l'arrêté par les trois ministères concernés (Industrie, Environnement, Santé),
- publication de l'arrêté au journal officiel.

L'instruction du dossier par l'administration jusqu'à la publication de l'arrêté s'échelonne sur 3 ans.

² Alors que l'ancienne réglementation faisait explicitement référence à des considérations sanitaires et fixait pour les limites annuelles et les activités volumiques ajoutées des valeurs normatives de référence garantissant la protection des populations exposées aux rejets (dose inférieure à 1/200^{ème} de la limite "population" alors fixée à 5 mSv/an), la nouvelle réglementation ne retient plus cette approche.

³ OSPAR : Convention d'Oslo-Paris

A ce jour, cinq arrêtés ont renouvelé les autorisations de prélèvement d'eau et de rejet des centrales de **St-Laurent** (1999), **Paluel** (2000), **Flamanville** (2000), **Belleville et St-Alban** (2001).

Les arrêtés des CNPE de **Chinon, de Cruas** et de **Gravelines** sont dans le circuit de signature dans les ministères concernés. A **Blayais**, la phase d'élaboration de l'arrêté est presque achevée. Le dossier de demande d'autorisation (DARPE) de **Cattenom** a été déposé auprès de l'administration en août 2002 et sera présenté à l'enquête publique en juin 2003, celui de **Nogent** a été déposé en mars 2003.

4. Difficultés liées à cette nouvelle réglementation

☞ Au niveau de l'élaboration des dossiers administratifs (DARPE)

Le DARPE doit formuler des demandes de rejet argumentées correspondant aux besoins de l'exploitant. Elles doivent aussi être compatibles avec les contraintes d'environnement et les exigences réglementaires. Ceci a introduit les difficultés suivantes :

- Les demandes ne peuvent plus se contenter d'une simple analyse du retour d'expérience. Il est demandé d'appuyer chaque demande sur la démonstration de la mise en œuvre du principe d'optimisation et de justifier les limites sur la base des meilleures techniques disponibles à coût acceptable. Cette démonstration vaut pour les rejets chimiques comme pour les radioactifs.

- En matière d'études d'impact, les exigences de l'administration portent aussi sur les rejets chimiques. Dorénavant, pour ces substances, il est aussi nécessaire de tenir compte des impacts cumulés, c'est-à-dire des substances chimiques déjà présentes à l'amont et auxquelles viennent s'ajouter les rejets du site. De plus, il est demandé d'évaluer l'impact dû aux pointes de rejet (exposition aigu) alors que jusqu'à présent les calculs ne portaient que sur les effets chroniques (rejets moyens sur l'année).

☞ Au niveau des rejets de tritium

La réduction des limites de rejet fait apparaître une difficulté vis-à-vis des rejets liquides de tritium compte tenu de l'utilisation de nouvelles gestions de combustible produisant davantage de tritium.

Une démarche a été engagée auprès de l'administration en vue de revoir à la hausse d'un facteur 1,5 les limites de rejet de tritium par voie liquide afin de permettre l'utilisation de ces nouvelles gestions prévues entre 2007 et 2010.

☞ Au niveau des mesures de carbone 14

La nouvelle réglementation impose la mesure du carbone 14 de manière explicite. La mesure du C14 est complexe parce qu'elle nécessite une préparation chimique lourde mais surtout parce que le prélèvement demande beaucoup de précautions. Le carbone 14 risque de se sublimer ou inversement, l'échantillon peut alors être pollué par le dioxyde de carbone présent dans l'air.

- Cas du carbone 14 dans les effluents liquides

Il est faiblement présent dans les rejets liquides sous forme de CO₂ dissous (8-25 GBq/réacteur et par an). La mise en place de la méthode a été délicate à cause des difficultés de prélèvement et de la nécessité d'utiliser une solution légèrement sodée pour mieux conserver l'échantillon. Ces difficultés sont maintenant résolues à EDF. La maîtrise d'œuvre de ces analyses est

confiée à des laboratoires spécialisées. Ce travail reste bien entendu sous le contrôle du site concerné au titre de la maîtrise d'ouvrage.

- Cas du carbone 14 dans les effluents gazeux à la cheminée

Produit par activation de l'oxygène 17 contenu dans l'eau du circuit primaire, le carbone 14 est rejeté par voie atmosphérique sous la forme de méthane (80%) et sous forme de CO₂, CO (20%).

La mise en place de la méthode de mesure est très délicate. EDF, sur les conseils avisés de l'ex-OPRI, utilise la technique de la scintillation liquide sur un précipité de carbonate de Garym selon la méthode développée pour les centrales allemandes.

☞ **Au niveau des rejets chimiques**

Les données sur les rejets chimiques sont moins complètes que celles sur les effluents radioactifs du fait que, dans le référentiel de conception et d'exploitation des installations, certains paramètres chimiques n'étaient pas mesurés périodiquement. Ceci rend les argumentations plus difficiles.

Par ailleurs, il a aussi fallu tenir compte dans les dossiers de demande des évolutions des doctrines de conditionnement chimique des circuits pouvant avoir une incidence sur la nature et l'importance des rejets (par ex. l'éthanolamine qui induit une quantité d'azote total plus faible que la morpholine utilisée actuellement).

Enfin, certaines problématiques ont émergé récemment : c'est le cas des amibes, pour lesquelles des traitements conduisant à des rejets chimiques ont dû être développés.

5. Politique d'EDF en matière de rejet d'effluents

☞ **Rejets radioactifs**

L'évolution des rejets radioactifs des centrales nucléaires d'EDF est présentée aux annexes 2, 3, 4, 5, 6.

Depuis la mise en service des centrales, l'exploitant s'est efforcé à minimiser les rejets radioactifs en agissant sur deux points :

- l'amélioration des circuits de collecte et de traitement des effluents (modification des puisards, installation de moyens de traitement supplémentaires...)
- la mise en place d'une gestion rigoureuse des effluents visant notamment à réduire à la source la production d'effluents.

Ceci a été rendu possible par la mise en place d'une organisation « effluents » impliquant tous les acteurs concernés (sensibilisation, formation, retour d'expérience, maillage...) et par la prise en compte de l'expérience des centrales étrangères.

Ces actions se sont notamment traduites par une réduction très forte de l'activité des rejets « hors tritium » par voie liquide – dont l'impact dosimétrique était alors prépondérant ; celle-ci a été divisée par 100 depuis 1985.

Depuis le début des années 90, les activités rejetées par les centrales nucléaires d'EDF ont atteint un niveau « plancher » incompressible compte tenu des caractéristiques des installations

existantes. Il s'agit d'une radioactivité résiduelle qui ne peut plus être réduite significativement malgré la rigueur et l'attention portées par l'exploitant à la gestion et au traitement des effluents.

Les contrôles effectués par les sites dans le cadre de la surveillance de l'environnement montrent que l'écosystème terrestre n'est pas marqué par les rejets radioactifs des centrales. Seule la zone proche de l'endroit où s'effectuent les rejets liquides est légèrement influencée par certains radioéléments présents à l'état de trace.

On notera que l'impact dosimétrique dû à ces radioéléments est inférieur au seuil de 10-20 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ au-dessous duquel le risque « sanitaire » - si tant est qu'il existe pour ces faibles valeurs - est considéré comme négligeable (trivial au sens anglo-saxon) par les instances internationales (CIPR, AIEA).

Dans ces conditions, une réduction substantielle supplémentaire des rejets radioactifs des centrales nucléaires, en supposant qu'elle soit encore possible, n'aurait aucun fondement ni sanitaire, ni économique.

Les efforts engagés sont néanmoins activement poursuivis de manière à :

- maintenir les bons résultats obtenus en matière de rejets,
- apporter encore plus de rigueur à la gestion des effluents afin d'éviter les dysfonctionnements et les écarts par rapport à la réglementation (élaboration de guides de bonnes pratiques...),
- faire en sorte que les centrales les moins performantes en la matière rejoignent les meilleures par la mise en œuvre d'une politique de management environnemental sur chaque site,
- améliorer nos méthodes de mesure des rejets dans l'environnement (création d'un laboratoire d'analyse et de mesure de l'environnement nucléaire : LAMEN),
- améliorer les outils d'évaluation des impacts.

☞ **Rejets chimiques**

Les centrales nucléaires utilisent pour leur fonctionnement (conditionnement des circuits, traitement antitartre, traitement biocide...) des substances chimiques telles que le bore, la morpholine, l'hydrazine, l'acide sulfurique, la monochloramine... Ces substances ou produits de transformation se retrouvent dans les rejets pour lesquels des autorisations sont demandées. L'usure des tubes de condenseurs en laiton introduit également des rejets de métaux (cuivre et zinc).

Afin de minimiser l'impact des rejets chimiques, des efforts ont été réalisés sur plusieurs points :

- pour réduire les rejets de cuivre et de zinc, les tubes en laiton des condenseurs ont été remplacés sur certaines tranches,
- des bonnes pratiques ont été mises en œuvre pour limiter les rejets d'hydrazine (brassage à l'air ou oxygénation) et d'acide borique (recyclage),
- le rejet d'acide oxalique et d'EDTA (chélatant) a été abandonnée,
- les injections de réactifs pour la vaccination acide des aéroréfrigérants ont été automatisées afin d'optimiser les rejets de sulfates.

Il n'en demeure pas moins que le domaine des rejets chimiques constitue une source de progrès plus importante que celui des rejets radioactifs pour lesquels nous sommes à l'asymptote. C'est la raison pour laquelle des actions ont d'ores et déjà été engagées pour mieux caractériser nos effluents et pour identifier les pratiques d'exploitation qui, dans ce

domaine, sont sensiblement différentes selon les sites. L'objectif est d'en retenir les meilleures compte tenu des spécificités techniques aussi bien qu'environnementales de chaque site.

6. Conclusion

La politique d'EDF en faveur de l'environnement vise à faire porter ses efforts là où ils sont les plus efficaces, c'est-à-dire sur les actions qui nous permettent :

- d'apporter plus de rigueur à la gestion des effluents chimiques et radioactifs afin d'éviter les dysfonctionnements et les écarts par rapport à la réglementation,
- de maintenir les bons résultats en matière de rejets radioactifs, et d'améliorer ceux en matière de rejets chimiques,
- d'améliorer les méthodes de mesure des rejets et d'évaluation de leur impact sur l'environnement.

Ces actions s'inscrivent dans la politique plus générale qu'EDF a définie dans la perspective du développement durable.

Annexe 1

NOUVELLES LIMITES DE REJETS RADIOACTIFSTab.I - Limites annuelles de rejets **radioactifs liquides**
pour **une** tranche 900 MWe CP1-CP2

Paramètres	Limites annuelles aujourd'hui en vigueur ⁴ (GBq)	Nouvelles limites annuelles (GBq)
Tritium	27 500	20 000
Iodes	375	0,15
¹⁴ C		150
Autres radioéléments (³ H, ⁴⁰ K et Ra exclus)		15

Tab.II - Limites annuelles de rejets d'effluents **radioactifs gazeux**
pour **une** tranche 900 MWe CP1-CP2

Paramètres	Limites annuelles aujourd'hui en vigueur ³ (GBq)	Nouvelles limites annuelles (GBq)
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta/gamma	18,75	0,4
Iodes		0,4
Tritium	575 000	2000
¹⁴ C		550
Gaz rares		18 000

Tab.III - Limites annuelles de rejets **radioactifs liquides**
pour **une** tranche du palier 1300 MWe P4-P'4

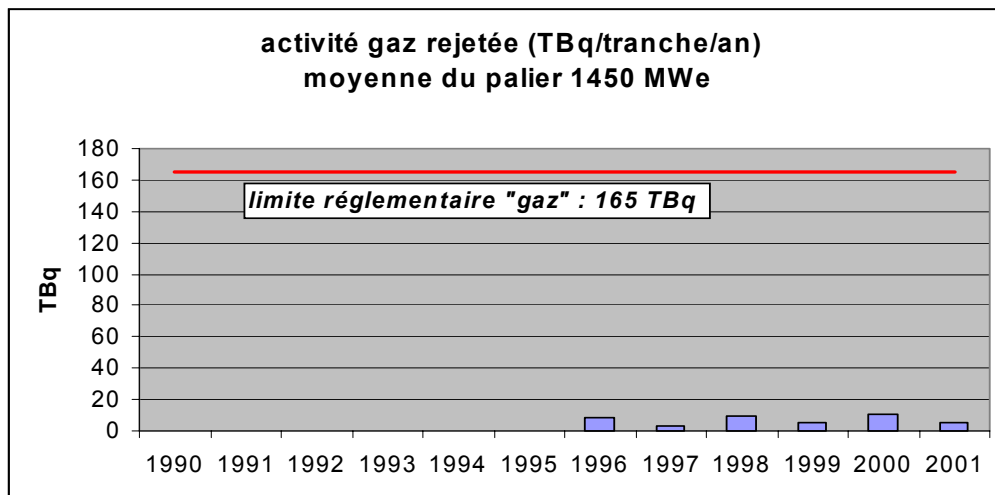
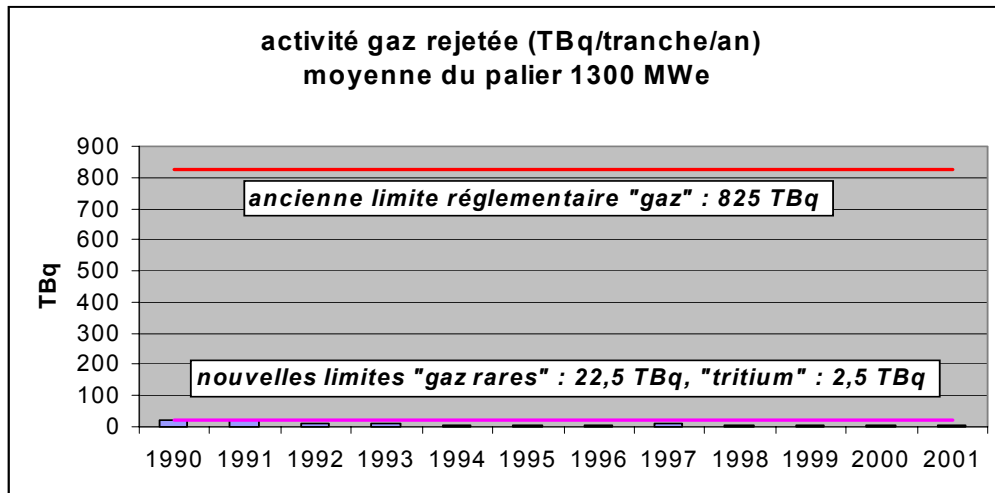
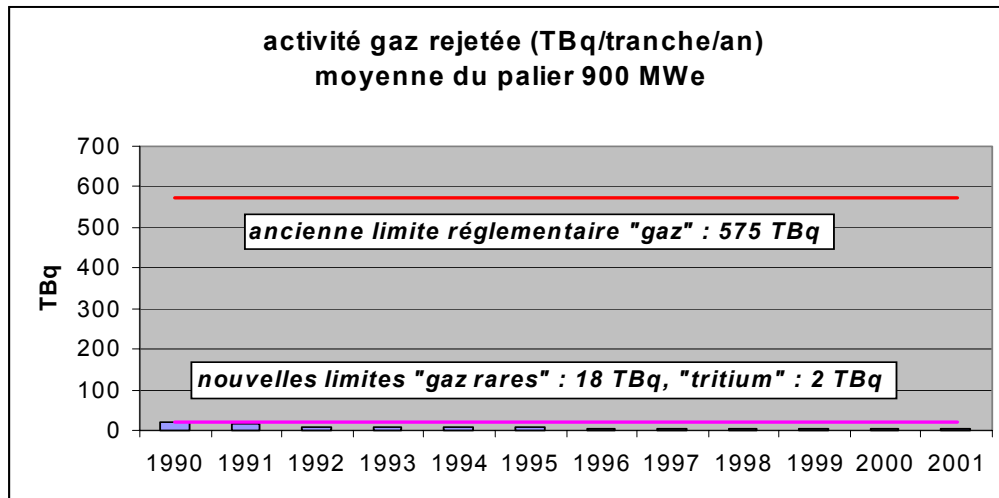
Paramètres	Limites annuelles aujourd'hui en vigueur ³ (GBq)	Nouvelles limites annuelles (GBq)
Tritium	40 000	30 000
Iodes	550	0,05
¹⁴ C		200
Autres radioéléments (³ H, ⁴⁰ K et Ra exclus)		12,5

Tab.IV - Limites annuelles de rejets d'effluents **radioactifs gazeux**
pour **une** tranche du palier 1300 MWe P4-P'4

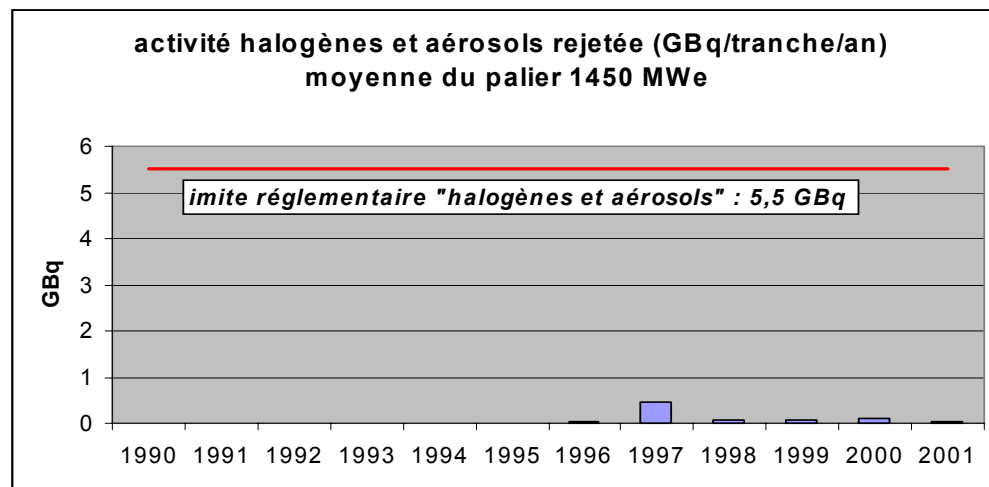
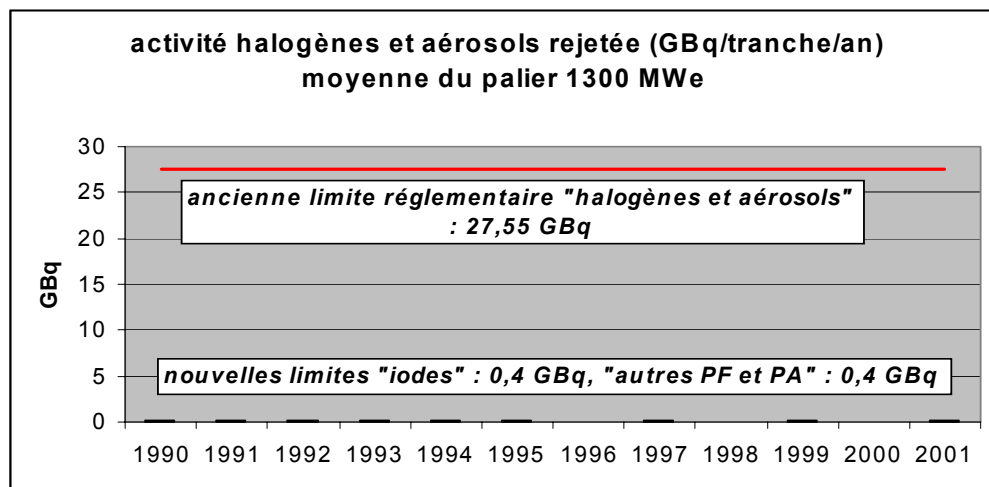
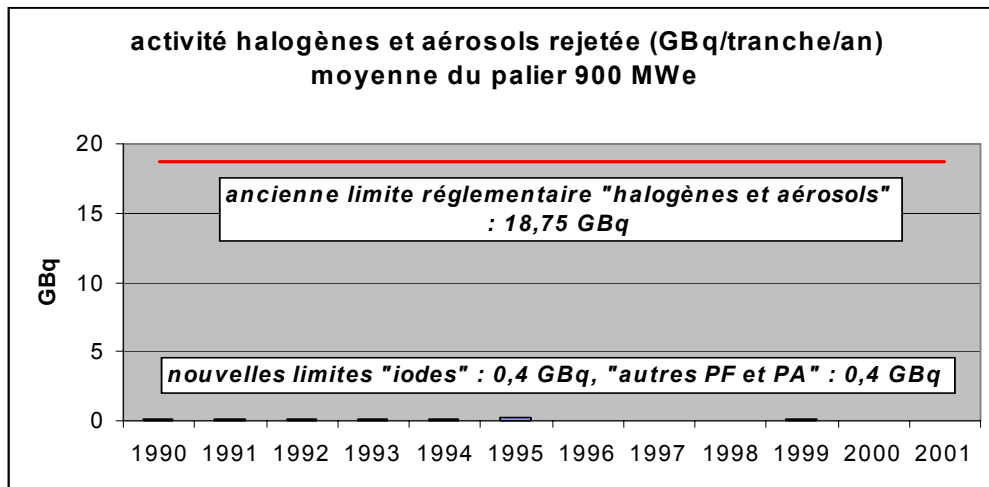
Paramètres	Limites annuelles aujourd'hui en vigueur ³ (GBq)	Nouvelles limites annuelles (GBq)
Autres produits de fission ou d'activation émetteurs bêta/gamma	27,5	0,4
Iodes		0,4
Tritium	825 000	2500
¹⁴ C		700
Gaz rares		22500

⁴ Sur les sites non renouvelés

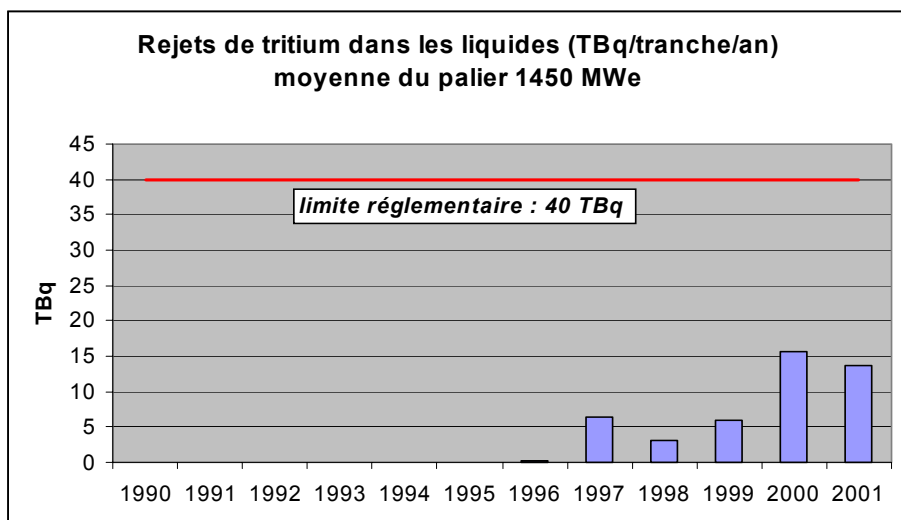
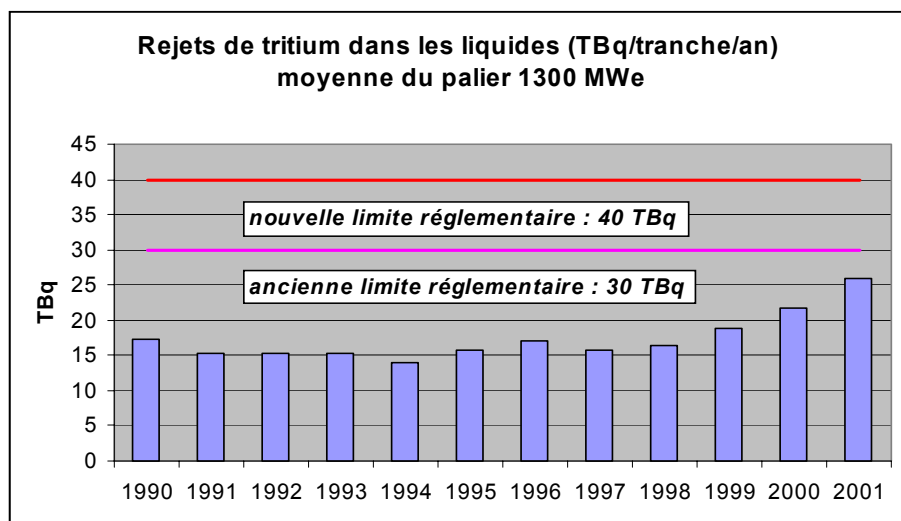
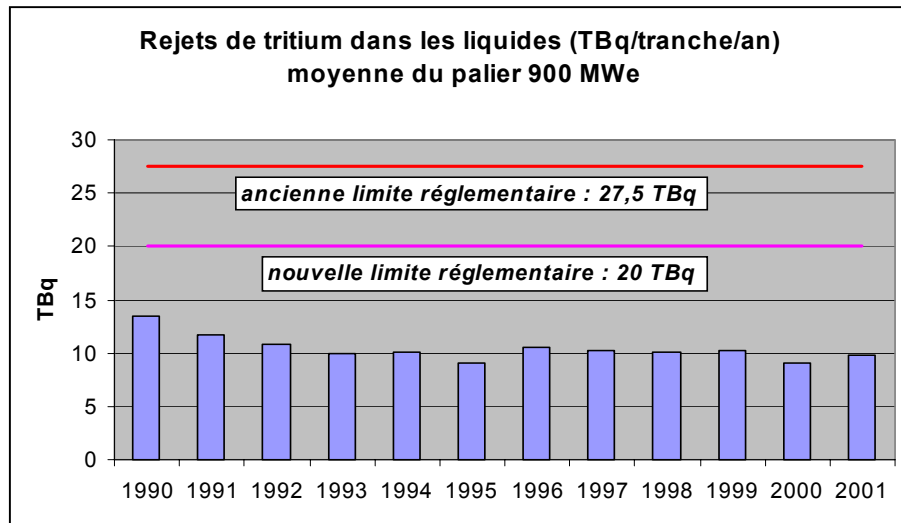
Annexe 2



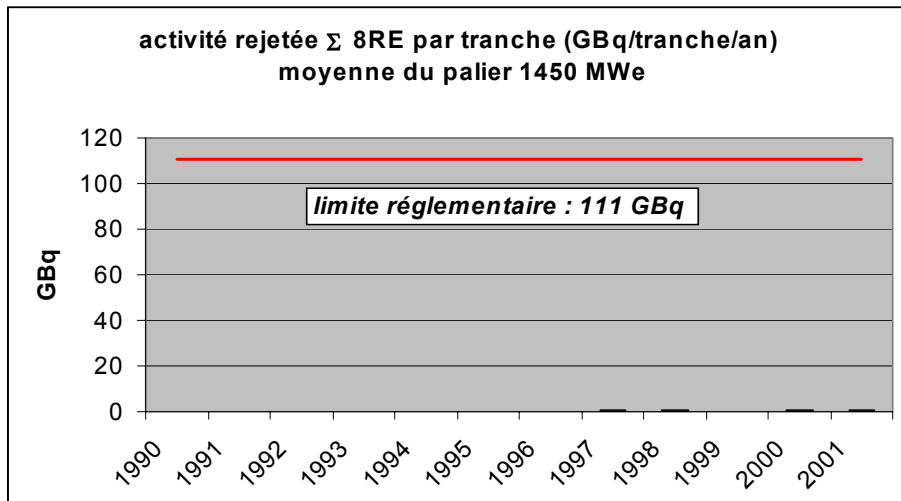
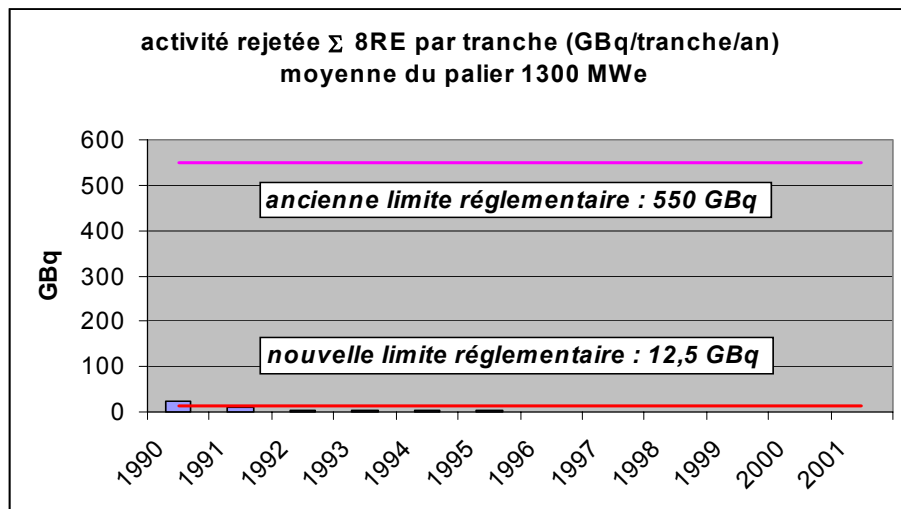
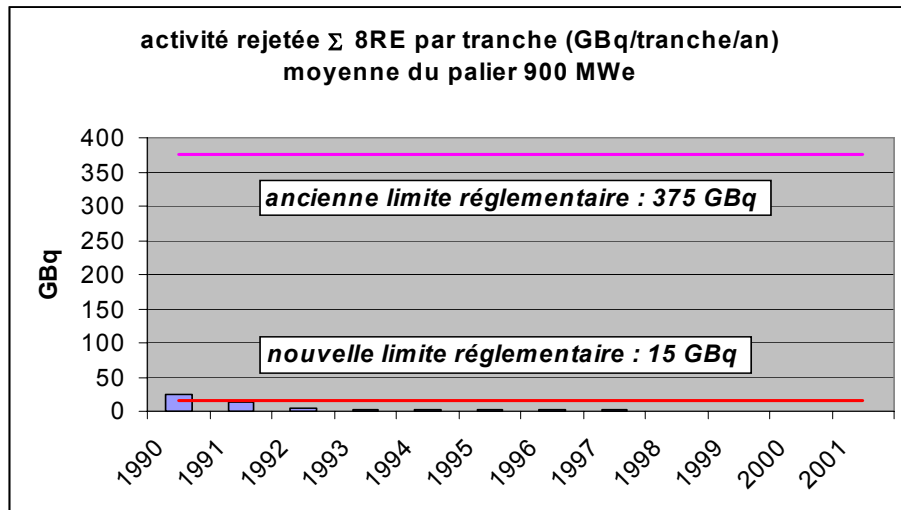
Annexe 3



Annexe 4



Annexe 5



Annexe 6

